



LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT

Rapport de mission de malherbologie à la Compagnie Sucrière Sénégalaise

Richard-Toll (Sénégal)

du 23 au 31 mai 2015

Pascal MARNOTTE
Unité de Recherche AïDA - Cirad

juin 2015

www.cirad.fr **Innovons ensemble pour les agricultures de demain**

PERSYST – UR AïDA – Agro-écologie et Intensification Durable des cultures Annuelles
TA B-01/115 – Avenue Agropolis – 34398 Montpellier cedex 5, France
téléphone : +33 4 67 61 55 85 - Siret 331 596 270 00040
Etablissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) . SIREN 331596270. RCS Paris B 331 596 270

Résumé

Une mission d'appui en malherbologie a été effectuée à la demande de la CSS (Compagnie Sucrière Sénégalaise) du 24 au 30 mai 2015 sur le complexe sucrier de Richard-Toll au nord du Sénégal.

Des visites de terrain ont été organisées afin de visualiser les différentes situations d'enherbement et de comprendre les pratiques de désherbage mises en œuvre.

Le nombre restreint d'herbicides utilisés en pré-levée favorise une inversion de flore avec notamment *Macroptilium lathyroides*, *Ipomoea muricata* et *Ipomoea eriocarpa*. Ces espèces sont ensuite maîtrisées par des applications de post-levée, qui doivent également détruire les populations de *Cyperus esculentus*, de *Trianthema portulacastrum* ou de graminées (*Echinochloa colona*, *Eriochloa fatmensis*, etc.).

Il est nécessaire de prévoir une rotation des herbicides utilisés. Par ailleurs, l'évolution de la réglementation sur les pesticides va aboutir à l'interdiction de certains des produits utilisés actuellement. Il est donc indispensable d'élargir la gamme des herbicides utilisables sur le complexe ; cette démarche doit passer par une phase d'expérimentation de nouveaux produits, dont le choix a été discuté au cours de la mission.

Dans les parcelles de canne, les herbicides sont pulvérisés avec des appareils à dos : une réflexion a été conduite au cours de la mission sur la nécessité de préciser les normes d'application.

Les drains, essentiels au fonctionnement du dispositif d'irrigation, sont envahis par de nombreuses espèces qui empêchent l'écoulement de l'eau : il s'agit notamment de *Typha domingensis* et de *Ceratophyllum demersum*. Des pistes d'amélioration des pratiques d'entretien de ces drains ont été envisagées.

Remerciements

J'adresse mes plus vifs remerciements à toutes les personnes qui ont bien voulu m'accueillir au cours de ce séjour au Sénégal et faciliter le déroulement de la mission à la C.S.S., en particulier Messieurs Georges Walter, Benoît Ahondokpé et Urbain Ntab.

Sommaire

Calendrier de la mission	1
Personnes rencontrées	2
Introduction	3
Les visites de parcelles du complexe.....	3
La flore des mauvaises herbes des parcelles de canne	3
Les pratiques de désherbage des parcelles de canne	5
<i>Les produits employés.....</i>	5
<i>L'épandage des produits</i>	7
L'entretien des drains.....	7
Les perspectives	8
Connaissance de la flore des mauvaises herbes	8
<i>L'herbier.....</i>	8
<i>Guide sur les mauvaises herbes du complexe.....</i>	8
<i>Clé d'identification au stade plantule.....</i>	9
L'élargissement de la gamme des herbicides utilisables	9
Les traitements différentiels	12
L'emploi du glyphosate	12
<i>En parcelle de culture</i>	13
<i>L'entretien des drains</i>	13
Les témoins en parcelles industrielles.....	14
Conclusions	14
ANNEXES	16
Les plantes rencontrées.....	17
<i>Monocotylédones</i>	17
<i>Dicotylédones</i>	18
Les principales graminées	20
<i>Caractères des feuilles</i>	20
<i>Clé d'identification</i>	21
Les espèces les plus agressives.....	22
Fiche de présentation des espèces.....	23
<i>Exemple pour <i>Macroptilium lathyroides</i></i>	23
Les observations visuelles	25
<i>Echelle de notation</i>	25
<i>Démarche de notation en trois étapes</i>	26
Les matières actives utilisées actuellement	27
Le mode d'action des herbicides.....	27
<i>Herbicides actuellement utilisés</i>	27
<i>Herbicides potentiels</i>	28
Liste des herbicides potentiels	29
<i>Produits herbicides autorisés par le CSP du CILSS</i>	29
<i>Liste des herbicides homologués sur canne à sucre en France</i>	32
<i>Liste des herbicides utilisés sur canne à sucre par ailleurs</i>	32
Fiche sur le balai chimique.....	33

Calendrier de la mission

date	objet
Sa 23/05	Trajet Montpellier – Paris – Dakar par avion
Di 24/05	Trajet Dakar - Richard-Toll par route Visite globale de l'exploitation
Lu 25/05	Visite de parcelles <ul style="list-style-type: none"> • Cas des jachères nues Visite de chantiers de désherbage <ul style="list-style-type: none"> • Traitement de pré-levée • Traitement de post-levée précoce Revue de l'herbier CSS et aide à l'identification de certaines espèces
Ma 26/05	Participation à la mise en place d'un essai d'herbicides (revue de la méthodologie) Visite de chantiers de désherbage <ul style="list-style-type: none"> • Traitement herbicides de post-levée stricte • Traitement herbicides de post-levée précoce Visite de parcelles à problèmes et constat de l'efficacité des traitements <ul style="list-style-type: none"> • <i>Echinochloa pyramidalis</i> • Cypéracées
Me 27/05	Visite de chantiers de désherbage <ul style="list-style-type: none"> • Extirpation, sarclage (<i>Eriochloa fatmensis</i>, <i>Echinochloa colona</i>) Examen des listes d'herbicides disponibles (CSP) Cas des parcelles en goutte-à-goutte Visite parcelle à problèmes <ul style="list-style-type: none"> • <i>Cynodon dactylon</i>
Je 28/05	Visite de chantiers de contrôle-process <ul style="list-style-type: none"> • Sortie adventice et post adventices • Contrôle enherbement (<i>Cyperus esculentus</i> et <i>Macroptilium lathyroides</i>) Réflexion sur les orientations du programme sur les herbicides
Ve 29/05	Visite de chantiers d'entretien des drains <ul style="list-style-type: none"> • Traitement des drains à ciel ouvert • Problème <i>Ceratophyllum demersum</i> Préparation de la restitution Restitution avec les équipes des fermes et le Service d'Agronomie
Sa 30/05	Travaux pratiques sur les méthodes de notation des essais sur les herbicides Examen de l'herbier Reprise des notes
Di 31/05	Trajet Richard-Toll - Dakar par route

Personnes rencontrées

Réunion de synthèse de la mission

Nom	fonction
Georges Walter	Directeur des Plantations (DP)
Benoit Ahondokpé	Responsable Recherche Agronomique
Urbain Ntab	Chef du Service d'Agronomie
Alioune Mbengué	Chargé expérimentation herbicides
Boubacar Sarr	Chargé expérimentation herbicides
Mamadou M. Diokhane	Responsable expérimentation sélection
Amadou N'diaye	Responsable irrigation - drainage
Matar Sène	Conseiller DP
Djibril Thiro	Chef de ferme I
Moctar Samb	Chef de ferme III
Wally Sène	Chef de ferme IV
Daouda Bodian	Chef de secteur ferme II
Salla Ngom	Chef de secteur ferme II
Mohamed L. Diop	Chef de secteur ferme III
Djibril Ba	Chef de secteur ferme III
Bara Faye	Chef de secteur
Cheikh T. Diémé	Chef de secteur ferme V
Daouda Sarr	Chef de secteur (intérimaire)
Harold Levilain	Chef de production GAG

Introduction

Cette mission de malherbologie a été effectuée à la demande de la CSS (Compagnie Sucrière Sénégalaise) du 24 au 30 mai 2015 sur le complexe sucrier de Richard-Toll au nord du Sénégal. Elle fait suite à deux précédentes réalisées respectivement en avril 1995 et en juin 2003 qui avaient été l'occasion de caractériser la flore présente dans les champs de canne à sucre et dans leur environnement, ainsi que de jeter les bases des expérimentations sur les herbicides.

Au cours de cette mission, les visites des parcelles de canne à sucre sur l'ensemble du complexe ont permis d'assister aux diverses opérations de désherbage et de constater les situations particulières d'enherbement.

Des séances de travail ont été organisées avec le Service d'Agronomie sur les aspects d'identification des mauvaises herbes, sur la réalisation des expérimentations sur les herbicides, sur la démarche d'élargissement de la gamme des produits herbicides et sur les améliorations des pratiques de désherbage.

Les visites de parcelles du complexe

La flore des mauvaises herbes des parcelles de canne

La flore des mauvaises herbes a été observée au cours des visites des parcelles de canne à sucre effectuées sur l'ensemble du complexe ; toutefois, ces observations ne constituent pas une véritable étude floristique du complexe : il s'est simplement agi de noter quelques espèces ¹ parmi les plus fréquemment rencontrées, notamment :

pour les monocotylédones	pour les dicotylédones
<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Ipomoea muricata</i>
<i>Echinochloa colona</i>	<i>Ipomoea eriocarpa</i>
<i>Eriochloa fatmensis</i>	<i>Macroptilium lathyroides</i>
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	<i>Rhynchosia minima</i>
<i>Sorghum verticilliflorum</i>	<i>Trianthema portulacastrum</i>

Les rapports des missions de 1995 et de 2003 fournissent également une liste des espèces végétales plus complète.

Cyperus esculentus, signalée au cours des deux précédentes missions comme une espèce dominante de la flore, reste une espèce très répandue et très agressive.

¹ La flore avait été décrite avec plus de précision dans les rapports de missions de 1995 et de 2003 : les listes établies alors restent toujours valables.



Population de *Cyperus esculentus*



Plantule d'*Ipomoea muricata*

Pour les autres monocotylédones, *Echinochloa colona*, *Paspalum scrobiculatum* et *Sorghum verticilliflorum* apparaissent encore comme dominantes ; au cours de cette mission, *Eriochloa fatmensis* a montré également une fréquence élevée.

En revanche, *Leptochloa fusca* (syn. *Diplachne fusca*), qui était qualifiée d'espèce « la plus préoccupante » en 1995, ne semble plus avoir ce statut actuellement, même si elle est bien présente sur l'ensemble du complexe, surtout sur les bordures de parcelles.

Les dicotylédones sont, comme auparavant, dominées par *Trianthema portulacastrum*. Cependant, un groupe d'espèces (*Macroptilium lathyroides*, *Ipomoea muricata*, *Ipomoea eriocarpa* et *Rhynchosia minima*) est très fréquemment rencontré dans les parcelles.



Cynodon dactylon concurrençant gravement la culture de canne à sucre

Sans être largement répandues sur le complexe, quelques espèces méritent une surveillance particulière pour éviter un risque de dispersion : *Echinochloa pyramidalis*, *Oryza longistaminata*, *Brachiaria mutica*², *Cynodon dactylon* ou *Paspalum distichum*.

² Cette espèce est appelée *Brachiaria deflexa* actuellement à la CSS.

Les pratiques de désherbage des parcelles de canne

Les produits employés

En début de cycle cultural, trois opérations de désherbage chimique peuvent se succéder sur les parcelles de canne à sucre : pré-levée, post-levée précoce et post-levée stricte.

1- Traitements de pré-levée ³ :

Traitements	Matières actives ⁴	Dose en p.c. (l ou kg/ha)	Dose en m.a. (g/ha)
Acétochlore + Extreme plus	acétochlore + métribuzine (+) chlorimuron	4,0 + 2,2	3600 + 1415 + 235
Diuron + Extreme plus ⁵	diuron + métribuzine (+) chlorimuron	2,0 + 2,2	1600 + 1415 + 235

2- Traitements de post-levée précoce ⁶

Traitements	Matières actives	Dose en p.c. (l ou kg/ha)	Dose en m.a. (g/ha)
Velpar 75 + 2,4-D amine	héxazinone + 2,4-D	0,6 + 3,0	450 + 2160
Caméléon ⁷	halosulfuron-méthyl	0.07	53

3- Traitements de post-levée stricte ⁸

Traitements	Matières actives	Dose en p.c. (l ou kg/ha)	Dose en m.a. (g/ha)
Velpar 75 + 2,4-D amine	héxazinone + 2,4-D	0,5 + 3,0	375 + 2160
Basagran + MCPA ⁹	bentazone + MCPA	3,0 + 2,0	1440 + 800

En fait, l'emploi des herbicides ne repose que sur un nombre très limité de matières actives : en pré-levée, acétochlore, métribuzine (+) chlorimuron et en post-levée, héxazinone, 2,4-D

³ Traitement en plein après la première irrigation - systématique sur l'ensemble de l'exploitation, buse TK10 à 400 l/ha).

⁴ + : mélange de produits formulé ; (+) : association de matières actives dans un produit formulé

⁵ En saison fraîche, sur repousses en gravitaire.

⁶ Traitement localisé en conditions humides (après 2ème irrigation ou selon stade), rattrapage de la pré-levée, buse TK10 à 400 l/ha - Traitement en interligne et croisement des jets au pieds des cannes.

⁷ Sur population jeune de *Cyperus* sp.

⁸ Traitement localisé en conditions sèches, buse TK5 (enherbement dense) ou TG3 (enherbement épars) à 200 l/ha.

⁹ Sur population âgée de *Cyperus* sp.

avec sur des surfaces réduites, en pré-levée, diuron et en post-levée, bentazone, MCPA, ioxynil ou asulame ¹⁰.

A priori, ces applications répétées des mêmes molécules induisent un **risque d'inversion de flore**, notamment à cause du traitement de pré-levée généralisé sur l'ensemble des situations (plantation, repousses, gravitaires et goutte-à-goutte). De fait, au cours de cette mission, un groupe d'espèces dicotylédones (*Macroptilium lathyroides*, *Ipomoea muricata*, *Ipomoea eriocarpa* et *Rhynchosia minima*) a été rencontré systématiquement sur quasiment toutes les parcelles qui n'avaient pas été traitées en post-levée. Ces espèces n'avaient pas été notées comme dominantes lors des précédentes missions. Même si les populations de ces espèces sont encore globalement à un niveau de densité faible, leur fréquence ¹¹ élevée suggère la mise en place d'une inversion de flore : ces espèces semblent bien maîtrisées actuellement par les applications de post-levée, mais le risque est majeur. Ce cas de figure s'est vérifié sur une parcelle envahie par *Macroptilium lathyroides* ¹².

Dès 2006, le compte-rendu d'essais de l'association métribuzine (+) chlorimuron indiquait « Bonne efficacité sur dicotylédones (en particulier sur *Trianthema*) ; effets acceptables mais tardifs sur cypéracées et efficacité peu marquée sur *Ipomoea*, *Macroptilium* ¹³ et *Rhynchosia* ». L'adjonction d'acétochlore à ce traitement de pré-levée ne corrige pas ce défaut, car l'acétochlore a plutôt une action sur les graminées.

Les parcelles en attente de plantation sont conduites en jachère nues : elles sont également traitées avec les mêmes produits.

Traitements des jachères nues ¹⁴

Traitements	Matières actives	Dose en p.c. (l ou kg/ha)	Dose en m.a. (g/ha)
Velpar 75 + Diuron + Extreme plus	héxazinone + diuron + métribuzine + chlorimuron	0,7 + 2,0 + 2,0	525 + 1600 + 1286 + 214

En général, dans les systèmes d'exploitations africains, les inversions de flore sont contenues et mettent du temps à s'exprimer, car l'entretien des parcelles est toujours complété par des sarclages manuels et des extirpations ; ces interventions permettent de juguler en partie les infestations en empêchant l'expression des individus non maîtrisés qui ne se multiplient pas.

Il n'en reste pas moins vrai que la gamme des produits utilisés pour le désherbage des parcelles de canne à la CSS est trop restreinte avec des matières actives ayant des sites

¹⁰ L'asulame ne fonctionne bien qu'en saison des pluies.

¹¹ Pour un ensemble d'observations floristiques, la fréquence correspond au nombre de relevés dans lesquels l'espèce est présente

¹² *Macroptilium lathyroides* qui est d'ordinaire une espèce simplement dressée, se comportait comme une espèce lianescente en allongeant des tiges volubiles à la recherche de la lumière.

¹³ Appelé à l'époque Vigna.

¹⁴ Traitement en plein après les 1ères pluies conséquentes des parcelles labourées et sillonnées avant le début de la saison des pluies mais à planter à la fin de l'hivernage, buse TK10 : 400 l/ha.

d'action très proches (cf. classification en annexes) : le choix des herbicides doit être élargi pour deux raisons :

- éviter l'apparition d'inversion de flore qui ne seront plus gérables sans la mise en œuvre d'une véritable rotation d'herbicides sur les parcelles ;
- se prémunir contre d'éventuelles restrictions d'usage de produits, comme celles qui menacent actuellement l'acétochlore et l'héxazinone.

L'épandage des produits

Les applications d'herbicides dans les parcelles de canne à sucre sont réalisées avec des groupes d'opérateurs (une dizaine) équipés d'appareil à dos à pression entretenue avec un lance portant une buse miroir ou conique (cf. *supra*). Les chantiers d'épandage visités au cours de la mission ont montré une hétérogénéité des modes opératoires, bien que des procédures soient établies sur le complexe. Il s'agit notamment du positionnement de la buse sur le sillon ou sur la butte, motivé

- soit par l'objectif de traiter la partie humide du sillon,
- soit par la crainte des risques de phytotoxicité : par exemple, dans le cas de l'héxazinone, l'application se fait sur la butte pour ne pas toucher la canne.



Par ailleurs, la variabilité des restes de bouillies par opérateur laisse penser que l'épandage n'est pas aussi régulier qu'il le faudrait et qu'il est nécessaire de vérifier l'étalonnage des opérateurs. La cadence de pompage ¹⁵ doit aussi être régulée.

En ce qui concerne les pulvérisateurs, il est indispensable de contrôler leur bon état de marche (réparer ou éliminer les appareils qui fuient) et donner des consignes de manipulation (protection des buses à l'arrêt, maintien de la buse hors sol). Les chefs de

chantiers doivent aussi être attentifs à la sécurité des opérateurs, qui passe par le port des EPI (équipement de protection individuelle).

L'entretien des drains



Les drains, qui restent toujours humides, constituent un milieu très favorable au développement de la végétation ; sur les bordures, la flore est dominée par *Typha domingensis* et *Phragmites australis*, accompagnés par des *Ludwigia* sp.

La circulation de l'eau est entravée principalement par *Ceratophyllum demersum* ou *Nymphaea lotus*.

¹⁵ Le pompage doit être régulier et ample (un coup à chaque pas).

Pour les entretiens, les curages à la pelle mécanique sont complétés par des applications de glyphosate pulvérisée avec un appareil mécanique tracté ¹⁶, dont le débit est de 450 l/ha avec une pression de 3 bars.

Les perspectives

Connaissance de la flore des mauvaises herbes

L'herbier

Le Service d'Agronomie dispose d'un herbier représentatif de la flore du complexe. Au cours de la mission, une séance a été consacrée à la vérification des noms attribués aux échantillons : quelques corrections ont été faites.

L'entretien de l'herbier est une tâche perpétuelle : il ne faut pas hésiter à renouveler les échantillons abîmés et à multiplier les parts pour une même espèce afin d'en conserver plusieurs formes.

Par ailleurs, l'herbier pourrait être complété par une collection de photographies au format numérique des espèces présentes sur le complexe.

Hormis les ouvrages ¹⁷, comme la flore du Sénégal de Berhaut ¹⁸, les sites informatiques actuellement développés, tels que la plateforme Wikwio ¹⁹ accessible sur Internet, sont des outils faciles d'utilisation et des ressources d'informations tant sur les aspects botaniques que sur l'écologie des espèces ou les moyens de lutte disponibles.

Guide sur les mauvaises herbes du complexe

Le Service d'Agronomie souhaite diffuser auprès des Services d'exploitation un guide de reconnaissance des principales espèces qui se comportent comme mauvaises herbes sur le complexe : ce sera à n'en point douter un outil indispensable si l'on s'engage vers une utilisation plus raisonnée des méthodes de désherbage.

Ce guide sera composé de fiches signalétiques des espèces les plus agressives (au cours de la mission, une liste de ces 30 espèces a été dressées, cf. annexes) comportant

- le nom botanique de l'espèce
- les noms usuels en langues locales
- une description rapide de la plantes
- des éléments d'identification
- des photographies de la plantes entière ou des parties les plus caractéristiques.

Une proposition de fiche est fournie en annexes pour *Macroptilium lathyroides*.

¹⁶ La cuve de l'appareil contient 3500 l de bouillie ; le débit est 450 l/ha ; la rampe de 18 m porte des buses espacée de 0,50 m.

¹⁷ Il faut noter que le Chef du Service d'Agronomie connaît bien la flore et maîtrise les outils d'identification.

¹⁸ Berhaut J., 1967. Flore du Sénégal. Clairafrique éd., Dakar, Sénégal, 485 p.

¹⁹ **WIKWIO** : <http://www.wikwio.org/ida0/index.php>

La description des espèces nécessite l'emploi de termes botaniques, tels que ligule, racème, akène ou stipule ; il faudra donc adjoindre un glossaire indiquant la signification de ces termes.

Clé d'identification au stade plantule

Aussi bien dans la conduite des parcelles de culture que dans les essais sur le désherbage, il est important de bien identifier les espèces que l'on rencontre. En général, la reconnaissance des plantes est difficile au stade végétatif et c'est encore plus vrai pour les graminées.

C'est pourquoi une clé d'identification des graminées les plus courantes du complexe a été initiée au cours de la mission : elle portera sur les différents éléments de la feuille : limbe, ligules, oreillettes, gaine, pilosité, couleur, etc. (cf. tableaux en annexes).

<i>Brachiaria lata</i>	<i>Echinochloa pyramidalis</i>
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Eriochloa fatmensis</i>
<i>Chloris barbata</i>	<i>Leptochloa fusca</i>
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	<i>Oryza longistaminata</i>
<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Paspalum scrobiculatum</i>
<i>Echinochloa colona</i>	<i>Sorghum verticilliflorum</i>

L'élargissement de la gamme des herbicides utilisables

L'élargissement de la gamme des produits utilisables pour le désherbage de la canne à sucre sur le complexe est urgente à la fois pour engager une démarche de rotation des herbicides afin d'éviter les inversions de flore et pour remplacer à terme (court ou moyen) les produits retirés du marché.

Pour établir une liste de produits herbicides potentiels ²⁰, trois sources d'information ont été exploitées en séance de travail avec le Service d'Agronomie (cf. annexes) :

- les herbicides autorisés ²¹ par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) du CILSS ²² en repérant ceux qui conviendrait *a priori* pour la culture de canne à sucre ;
- les herbicides homologués en France pour le désherbage de la culture de canne à sucre ;
- les produits utilisés par ailleurs en canne à sucre.

Cette sélection est fait sans connaître ni l'efficacité des produits sur les espèces présentes à Richard-Toll, ni la sélectivité sur les variétés actuellement en culture ; il ne constitue donc pas une liste d'herbicides immédiatement utilisables mais une base pour des expérimentations.

²⁰ L'imazapyr et l'imazapic sont des produits herbicides à fortes rémanence qui ont été évoqués au cours des discussions d'une part pour le nettoyage des parcelles de jachères nues et d'autre part pour l'entretien des drains ; toutefois, les risques semblent trop élevés tant sur les jachères pour la phytotoxicité sur la canne suivante que sur les drains pour la pollution du milieu aquatique.

²¹ http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/liste_globale_pesticides_autorises_par_CSP_Nov_2014.pdf

²² CILSS : Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

De nombreux tests ont déjà été conduits par le Service d'Agronomie de la CSS : il ne faudra pas hésiter à réévaluer ²³ des matières actives qui n'avaient pas été retenues parce qu'elles n'étaient pas parmi les meilleures. Par ailleurs, des produits plus récents, non encore testés devront être introduits.

Même si une certaine urgence existe actuellement face au risque d'inversion de flore et à la menace de restriction des molécules, cette démarche d'élargissement de la gamme devra s'étaler sur plusieurs années. Les expérimentations établiront les points suivants par matière active ou par mélange de celles-ci :

- les spectres d'efficacité ;
- les doses optimales selon les conditions d'utilisation (types de sol, époques de l'année, modes d'irrigation) ;
- les risques de phytotoxicité sur la culture selon les variétés.

Parmi les produits mentionnés en annexes, une première sélection de mélanges peut être proposée à l'expérimentation ²⁴ :

- en pré-levée
 - ✓ pendiméthaline ²⁵ + [S-métolachlore + mésotrione] ²⁶
 - ✓ pendiméthaline + [métribuzine + chlorimuron] ²⁷
 - ✓ [S-métolachlore + mésotrione + terbuthylazine] ²⁸
 - ✓ [isoxaflutole + aclonifène ²⁹] ³⁰
 - ✓ diuron en mélange avec pendiméthaline, [métribuzine + chlorimuron] ou métribuzine
- en post-levée
 - ✓ [S-métolachlore + mésotrione] ³¹
 - ✓ triclopyr ³²

²³ La méthodologie des essais d'herbicides a déjà été largement développée dans les rapports des précédentes missions.

²⁴ Au cours de la mission, la mise en œuvre de l'échelle de notation (cf. annexes) a fait l'objet d'un exercice sur le terrain avec les personnes chargées des expérimentations sur les herbicides. Actuellement, les notations d'efficacité des herbicides sont réalisées pour trois groupes d'espèces, les graminées, les cypéracées et les dicotylédones et des commentaires complètent éventuellement ces informations pour les espèces non maîtrisées. Cette méthode, qui a l'avantage d'être rapide à exécuter, suffit pour faire le compte-rendu de l'essai concerné ; en revanche, il est difficile de faire des regroupements d'essais pour comparer le comportement des produits dans différentes situations.

²⁵ La pendiméthaline est disponible sous plusieurs formulations autorisées par le CSP.

²⁶ Camix

²⁷ Stomp + Extrême Plus

²⁸ Lumax

²⁹ L'aclonifène pourrait être un produit intéressant en climat tropical.

³⁰ Le produit formulé, Lagon, est autorisé par le CSP.

³¹ En post-levée précoce

³² Garlon ou Triclon

Dans une deuxième étape, les mélanges suivants pourront être proposés :

- en pré-levée
 - ✓ pendiméthaline + métribuzine
 - ✓ isoxaflutole ³³ + [S-métolachlore + mésotrione]
 - ✓ isoxaflutole + pendiméthaline + [S-métolachlore + mésotrione]
 - ✓ isoxaflutole + métribuzine
 - ✓ diuron en mélange avec isoxaflutole, [S-métolachlore + mésotrione]
- en post-levée
 - ✓ mélanges de [S-métolachlore + mésotrione] et de triclopyr avec 2,4-D, diuron, métribuzine ou asulame ³⁴

Par la suite, les produits utilisés en culture cotonnière pourront être introduits dans la démarche ; ce sont des molécules à large spectre, autorisées sous de nombreuses formulations par le CSP (cf. annexes), qui pourraient contribuer à la conception de mélanges intéressants, facilitant la diversification des herbicides : il s'agit en particulier du fluométuron, de la prométryne et de la terbutryne.

De plus, il ne faudra pas négliger les produits récents largement utilisés en culture de canne à sucre dans d'autres situations, comme l'amicarbazone ³⁵, la sulfentrazone ³⁶ ou le trifloxysulfuron ³⁷.

Pour les applications de post-levée, les Services d'exploitations devront être sensibilisés à la nécessité d'avancer les applications pour traiter sur de jeunes plants (stades plantules) : les herbicides sont d'autant plus efficaces que les individus à détruire sont peu développés ³⁸.

Dans l'objectif d'établir une rotation d'herbicides, afin de faire succéder d'une année sur l'autre sur une même parcelle des produits complémentaires, une attention particulière sera portée sur deux points :

- le mode d'action des produits qui devront être différents (cf. classification HRAC en annexes),
- et le spectre d'efficacité des produits, établis à l'issue des expérimentations.

In fine, les critères de choix des produits ne pourront plus être seulement leur efficacité maximale ou le moindre coût des formulations.

³³ Merlin : ce produit n'est pas dans la liste du CSP.

³⁴ D'après l'expérience du Service d'Agronomie, l'asulame ne fonctionne pas en saison sèche ; il faudrait peut-être lui ajouter un adjuvant pour améliorer son comportement.

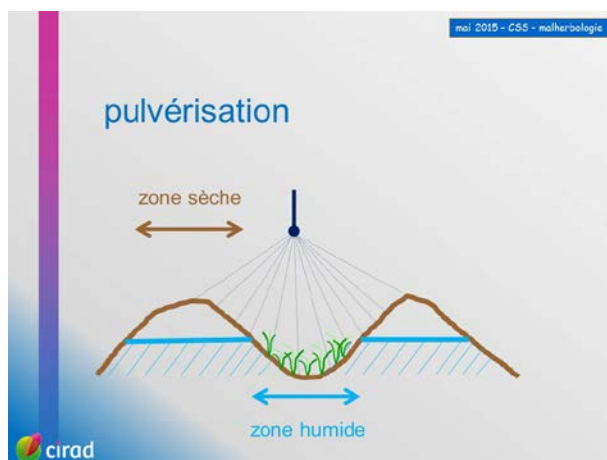
³⁵ Dinamic

³⁶ Authority

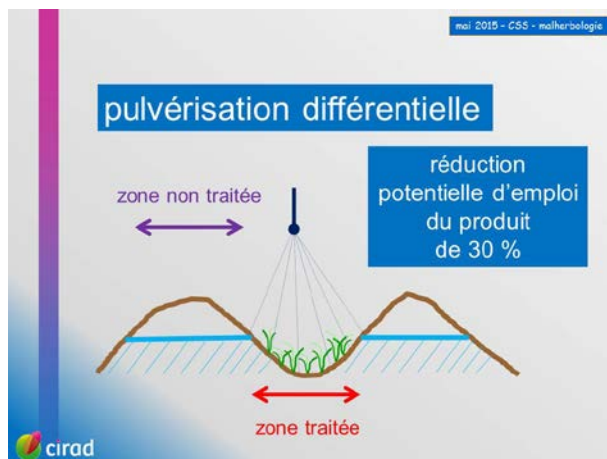
³⁷ Envoke ou en mélange avec l'amétryne, Krismat

³⁸ Il est impératif d'intervenir avant le stade de fructification afin d'éviter l'enrichissement du stock semencier de la parcelle : cette précaution est valable pour les sarclages.

Les traitements différentiels



Les pulvérisations des produits de pré-levée sont faites avec une buse miroir portée par une lance. La largeur du jet correspond à peu près à l'écartement des buttes (1,50 m). Typiquement, l'axe de l'épandage se situe sur celui du sillon et la bouillie est répartie sur l'ensemble de la parcelle. En début de cycle cultural, les premières irrigations humidifient le creux du sillon, mais laisse secs les sommets des buttes (billons). Une partie des produits herbicides est positionnée sur un sol sec, ce qui empêche la plupart des molécules de s'exprimer.



Une pulvérisation différentielle ³⁹ permettrait de n'appliquer la bouillie que sur le sillon.

La lance sera alors munie d'une buse à jet pinceau avec un angle faible (de l'ordre de 80°) pour une largeur de pulvérisation de 1 m à 0,80 m. Hormis l'intérêt de ne pas appliquer des produits herbicides inutilement dans le milieu, une économie d'au moins 30 % sera réalisée.

En effet, la dose d'herbicides appliquée sur la surface réellement traitée restera celle déterminée comme efficace, mais par rapport à la surface totale de la parcelle, elle

sera réduite de 30 %. En cas d'adoption de cette pratique, il sera nécessaire d'étalonner les opérateurs et les appareils d'épandage selon ces nouvelles normes.

L'emploi du glyphosate

Le glyphosate est utilisé à la CSS principalement pour deux opérations :

- la destruction des espèces difficiles à maîtriser, telles qu'*Echinochloa pyramidalis* ou *Cynodon dactylon*, dans les parcelles de culture ;
- et l'entretien des drains.

³⁹ La pulvérisation différentielle correspond à un traitement régulier du rang ou de l'inter-rang avec l'objectif de ne pas appliquer du produit dans une zone prédéfinie du terrain ; il se distingue du traitement dirigé qui est réalisé avec un matériel adapté (buses spéciales, caches,...) permettant de protéger la plante cultivée ou les parties sensibles de celle-ci (l'objectif étant de protéger la culture des risques de phytotoxicité) et du traitement localisé qui est effectué sur une partie seulement de la végétation (l'objectif étant de n'appliquer le produit que sur certaines plantes à traiter).

En parcelle de culture

L'application de glyphosate dans les parcelles de culture est réalisée avec un traitement dirigé : la bouillie contient 2 l de produit pour 200 l d'eau. Quelles que soient les précautions prises lors de la pulvérisation, les feuilles de canne reçoivent toujours un peu de bouillie ce qui entraîne inévitablement une phytotoxicité sur la culture.

Points d'amélioration :

- Une cloche de protection fixée sur la lance limiterait le risque sur la culture.
- Le glyphosate est un des produits herbicides pour lequel la concentration de la bouillie a réellement un effet sur l'efficacité du traitement : plus le produit est concentré, meilleure est l'efficacité.
- L'emploi de balai chimique conjuguerait ces deux aspects d'une part en facilitant le positionnement du produit sur la plante à traiter en évitant les projections sur la culture et d'autre part en utilisant une bouillie très concentrée. Une version simplifiée de cet outil, conçue à La Réunion, est présentée en annexes.

L'entretien des drains

Pour l'entretien des drains, le glyphosate est pulvérisé avec un appareil mécanique tracté, dont le débit est de 450 l/ha avec une pression de 3 bars.



Points d'amélioration :

- Comme précédemment, pour améliorer l'efficacité du glyphosate, la bouillie pourrait être plus concentrée : le pulvérisateur pourrait être étalonné à 250 l/ha, voire moins, ce qui permettrait d'augmenter l'autonomie de l'appareil (en passant à une quinzaine d'ha).
- La pression au niveau des buses doit être plus faible afin d'augmenter la taille moyenne des gouttelettes de bouillie et réduire le risque de dérive (cf. photographie ci-dessus) : il faudrait régler l'appareil pour obtenir une pression de l'ordre de 1,5 à 2 bars.

Dans tous les cas, il faudra équiper la rampe avec des buses adaptées à ce débit et à cette pression et procéder à un nouvel étalonnage du pulvérisateur.

Les témoins en parcelles industrielles

Après une application d'herbicide ou toute autre opération de gestion de l'enherbement en grande parcelle, il est difficile d'en apprécier l'impact réel :

- soit la parcelle est parfaitement propre, mais, surtout pour les applications avec des produits persistants ⁴⁰, on ne connaît pas la flore maîtrisée ; par ailleurs, la réussite de l'intervention peut être due à l'absence d'enherbement ;
- soit la parcelle a un reliquat d'enherbement, ce qui n'est satisfaisant dans l'absolu, mais, en fait, le désherbage a eu un effet certain face à une forte pression des mauvaises herbes.

Pour pallier cette carence d'information, les Services d'exploitation pourraient prévoir de laisser des témoins non désherbés en parcelles industrielles, qui permettraient de lever le doute sur le comportement des opérations de désherbage.

Il suffit de délimiter des zones non traitées, de l'ordre de 50 m² (4 rangs de canne sur une dizaine de mètres) au hasard dans la parcelle (pour faciliter le repérage, la zone peut être entourées d'un ruban plastique rouge et blanc - bandes de chantier ⁴¹) et de suivre régulièrement le développement des mauvaises herbes sur ces zones.

Les responsables des Services d'exploitation auraient ainsi l'occasion de compléter leurs informations ⁴² sur le comportement des pratiques de désherbage, car les essais classiques ne couvrent jamais l'ensemble de la flore du complexe, ni toutes les situations de cultures (types de sol, conditions climatiques, itinéraire technique, etc.).

Conclusions

Les procédures de contrôle de l'état d'enherbement des parcelles constituent un élément essentiel de la gestion des cultures ; c'est, en outre, l'occasion de signaler les situations d'infestations anormales, soit en cas d'inversion de flore, soit en cas d'invasion par une espèce difficile à maîtriser. Les témoins industriels joueront un rôle dans cette direction. Bien connaître les espèces de mauvaises herbes les plus agressives sur le complexe deviendra alors un enjeu pour la réalisation de cette démarche.

L'élargissement de la gamme des produits herbicides représente un investissement majeur pour faire face au risque d'inversion de flore et à la menace de restriction des molécules. La procédure passe par une série d'expérimentations indispensable pour connaître le comportement des produits et de leurs mélanges dans les conditions particulières de Richard-Toll (climat, flore, pratiques culturales). Ces travaux doivent s'étaler sur plusieurs années.

⁴⁰ appelés aussi produits résiduels

⁴¹ Les essais classiques pourraient également être ceinturés par ces bandes de chantier qui marqueraient leur emplacement et empêcheraient les interventions inappropriées par les Services d'exploitation.

⁴² Ces témoins industriels constitueraient des compléments précieux aux actions déjà conduites par le Service d'Agronomie (sorties adventices et contrôles d'enherbement).

L'introduction de plantes de couverture⁴³, éléments de diversification des pratiques culturales dans d'autres systèmes canniers, n'est pas actuellement envisageable à la CSS. En effet, l'itinéraire technique de culture de la canne à sucre conduit à la CSS ne se prête pas à cette innovation. Toutefois, certaines parcelles du complexe sont actuellement reprofilées pour supprimer les canaux d'amenée d'eau, ce qui offrirait d'autres possibilités d'organisation.

⁴³ Les plantes de couverture peuvent être utilisées en jachère, pour occuper le terrain avant la plantation afin de limiter l'enherbement des parcelles ou bien en cultures associées, en même temps que la canne, soit comme éléments de maîtrise de l'enherbement par occupation de l'inter-rang, soit comme plantes auxiliaires dans le cadre de l'intensification écologique pour la gestion des bioagresseurs.

ANNEXES

Les plantes rencontrées

Monocotylédones

Amaryllidaceae

Pancratium trianthum Herb.

Cyperaceae

Cyperus articulatus

Cyperus difformis L.

Cyperus alopecuroides Rottb.

Cyperus esculentus L.

Cyperus iria L.

Cyperus rotundus L.

Fimbristylis littoralis Gaud.

Poaceae

Brachiaria lata (Schumach.) C.E.Hubb.

Brachiaria mutica (Forssk.) Stapf

Cenchrus biflorus Roxb.

Chloris barbata Sw. (à vérifier)

Cynodon dactylon (L.) Pers.

Dactyloctenium aegyptium (L.) P.Beauv.

Digitaria horizontalis Willd.

Leptochloa fusca Kunth

syn. *Leptochloa malabarica* (L.) Veldkamp

syn. *Diplachne fusca* (L.) P.Beauv. ex Stapf

Echinochloa colona (L.) Link.

Echinochloa pyramidalis (Lam.) Hitchc. & Chase

Eriochloa fatmensis (Hochstetter ex Steudel) Clayton

Leptothrium senegalense (Kunth) W.D.Clayton

syn. *Latipes senegalensis* Kunth

Oryza longistaminata A.Chev. & Roehr.

Paspalum distichum L. ssp. *paspalodes* (Michx.) Thell.

syn. *Paspalum paspalodes* (Michaux) Scribner

Paspalum scrobiculatum L.

syn. *Paspalum orbiculare* G.Forst.

Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.

syn. *Phragmites vulgaris* (Lam.) Druce

Saccharum officinarum L.

syn. *Saccharum officinale* Salisb.

Sorghum verticilliflorum (Steud.) Stapf.

syn. *Sorghum arundinaceum* Willd.

Tragus racemosus (L.) All. (à vérifier)

Typhaceae

Typha domingensis Pers.

Dicotylédones

Aizoaceae

Sesuvium portulacastrum L.
Trianthema portulacastrum L.

Amaranthaceae

Amaranthus graecizans L.
Amaranthus viridis L.
Blutaparon vermicularis (L.) Mears
syn. *Phloxerus vermicularis* (L.) P.Beauv.

Asclepiadaceae

Calotropis procera Aiton
Leptadenia hastata (Pers.) Decne.
Leptadenia pyrotechnica (Forsk.) Decne.

Asteraceae

Eclipta alba (L.) Hassk.
syn. *Eclipta prostrata* L.
Erigeron aegyptiacus L.
syn. *Conyza aegyptiaca* (L.) Dryand. ex Aiton
Launaea cornuta (Oliv. & Hiern) C.Jeffrey
syn. *Launaea taraxacifolia* (Willd.) Amin
syn. *Lactuca taraxacifolia* (Willd.) Schum. & Thonn. ex Hornem.

Balanitaceae

Balanites aegyptiaca (L.) Del.

Boraginaceae

Heliotropium sp. (à vérifier)

Ceratophyllaceae

Ceratophyllum demersum L.

Convolvulaceae

Cressa cretica L.
Ipomoea aquatica Forsskal
Ipomoea asarifolia (Desr.) R. et Sch.
Ipomoea coptica (L.) Roth ex R. et Sch.
Ipomoea eriocarpa R.Br.
Ipomoea muricata (L.) Jacq.
Merremia tridentata (L.) Hallier f.

Cucurbitaceae

Melothria maderaspatana (L.) Cogn.
syn. *Mukia maderaspatana* (L.) M.J.Roem.
Momordica balsamina L.

Euphorbiaceae

Chrozophora brocchiana Visiani
Euphorbia hirta L.
syn. *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.

Leguminosae - Caesalpinaceae

Cassia mimosoides L.
Cassia obtusifolia L.
Parkinsonia aculeata L.

Leguminosae - Fabaceae

Macroptilium lathyroides (L.) Urb.
Rhynchosia minima (L.) DC.
Sesbania pachycarpa DC. subsp. *pachycarpa*

Leguminosae - Mimosaceae

Mimosa pigra L.
Neptunia oleracea Lour.
Prosopis africana (G. et Perr.) Taub.

Malvaceae

Abutilon sp.
Hibiscus asper Hook.f.
Hibiscus panduriformis Burman f.

Nymphaeaceae

Nymphaea lotus L.

Oenotheraceae

Jussiaea abyssinica (A.Rich.) Dandy & Brenan
syn. *Ludwigia abyssinica* A.Rich.

Passifloraceae

Passiflora foetida L.

Rubiaceae

Spermacoce verticillata L.
syn. *Borreria verticillata* (L.) G.Meyer

Salvadoraceae

Salvadora persica L.

Scrofulariaceae

Scoparia dulcis L.

Solanaceae

Physalis angulata L.

Sterculiaceae (ou Malvaceae)

Melochia corchorifolia L.
Waltheria indica L.

Tamaricaceae

Tamarix senegalensis D.C.

Tiliaceae (ou Malvaceae)

Corchorus olitorius L.

Zygophyllaceae

Tribulus terrestris L.

Les principales graminées

Caractères des feuilles

Espèce	feuille	base feuille embrassante	largeur feuille à la base (cm)	ligule : taille (cm)	ligule : forme	membrane	poils	oreillettes
<i>Brachiaria lata</i>		oui	0,7	0,1	nette, très petite	oui		non
<i>Cenchrus biflorus</i>		non	0,7	0,1	ligne poils		oui	non
<i>Chloris barbata</i>	longs poils à la base gaine aplatie	non	0,5	0,1	nette, petite	oui		non
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	poils en peigne sur le bord du limbe	non	0,5	0,1	nette, très petite	oui		non
<i>Digitaria horizontalis</i>		non	0,3	0,3	nette, un peu en pointe	oui		non
<i>Diplachne fusca</i>		non	0,5	0,3	laciniée	oui		non
<i>Echinochloa colona</i>		non	0,5	0	0			non
<i>Echinochloa pyramidalis</i>		non	1,0-1,5	0,3	poils denses		oui	non
<i>Eriochloa fatmensis</i>		non	0,5	0,1	laciniée	oui		très faible
<i>Oryza longistaminata</i>		non	1,0	1,5	pointue	oui		non
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	rubannée	non	0,5-1,0	0,2	scarieuse	oui		non
<i>Sorghum verticilliflorum</i>	large	oui	2,5	0,3	marquée	oui		non

Clé d'identification

- pas de ligule ⁴⁴ *Echinochloa colona*
- ligule poilue ou ciliée
 - ligule de poils denses (3 mm) *Echinochloa pyramidalis*
 - ligule cilié ⁴⁵ (1 mm) *Cenchrus biflorus*
- ligule membraneuse
 - feuille embrassante ⁴⁶
 - feuille large (20 mm) *Sorghum verticilliflorum*
 - feuille moins large (7 mm) *Brachiaria lata*
 - feuille non embrassantes
 - ligule longue pointue (15 mm) *Oryza longistaminata*
 - ligule moyenne (3 mm)
 - ligule entière
 - feuilles rubannée *Paspalum scrobiculatum*
 - feuilles large à la base *Digitaria horizontalis*
 - ligule lacinée ⁴⁷ *Diplachne fusca*
 - ligule courte (1 mm)
 - ligule entière
 - marge du limbe ciliée (en peigne) *Dactyloctenium aegyptium*
 - longs poils à la base du limbe *Chloris barbata*
 - ligule lacinée *Eriochloa fatmensis*

⁴⁴ ligule : partie différenciée de la feuille à la jonction entre le limbe et la gaine.

⁴⁵ cilié : garni d'une ligne de poils

⁴⁶ embrassant : à bas entourant la tige

⁴⁷ lacinié : à bord irrégulièrement déchirés

Les espèces les plus agressives

Classe	Famille	Espèce
Monocotylédones	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus esculentus</i>
Monocotylédones	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus rotundus</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Brachiaria lata</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Cenchrus biflorus</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Chloris barbata</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Echinochloa colona</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Echinochloa pyramidalis</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Eriochloa fatmensis</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Leptochloa fusca</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Oryza longistaminata</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Panicum sp.</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum scrobiculatum</i>
Monocotylédones	<i>Poaceae</i>	<i>Sorghum verticilliflorum</i>
Dicotylédones	<i>Aizoaceae</i>	<i>Trianthema portulacastrum</i>
Dicotylédones	<i>Boraginaceae</i>	<i>Heliotropium bacciferum</i>
Dicotylédones	<i>Cleomaceae</i>	<i>Cleome coeruleorosea</i>
Dicotylédones	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea eriocarpa</i>
Dicotylédones	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea muricata</i>
Dicotylédones	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Melothria maderaspatana</i>
Dicotylédones	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia hirta</i>
Dicotylédones	<i>Leguminosae - Fabaceae</i>	<i>Macroptilium lathyroides</i>
Dicotylédones	<i>Leguminosae - Fabaceae</i>	<i>Rhynchosia minima</i>
Dicotylédones	<i>Leguminosae - Fabaceae</i>	<i>Sesbania sesban</i>
Dicotylédones	<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus panduriformis</i>
Dicotylédones	<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
Dicotylédones	<i>Solanaceae</i>	<i>Physalis angulata</i>
Dicotylédones	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Tribulus terrestris</i>

Fiche de présentation des espèces

Exemple pour *Macropodium lathyroides*

Macroptilium lathyroides

synonyme : *Phaseolus crotalarioides* Mart. ex Benth.

Dicotylédones - Leguminosae – Fabaceae

nom commun

Description

Macroptilium lathyroides est une espèce annuelle (ou faiblement pérenne) à port dressé d'environ un mètre de haut ; la plante peut devenir volubile quand elle est à l'ombre à la recherche de la lumière.

La tige, légèrement pubescente, se lignifie légèrement à la base en vieillissant.

Les feuilles sont trifoliées ; les folioles ovales et entières mesurent de 3 à 6 cm de long et 1 à 3 cm de large. Le pétiole de 1,5 cm porte des stipules à la base.

Les fleurs sont rassemblées en inflorescence axillaire érigée de 30 cm de long.

Les fleurs de couleur pourpre d'environ 1 cm sont papilionacées.

Le fruit est une gousse cylindrique de 10 cm de long et de 2,5 cm de large ; elle contient une vingtaine de graines et éclate à maturité.



Moyen de lutte

Macroptilium lathyroides n'est pas maîtrisé par l'association acétochlore + métribuzine + chlorimuron. L'espèce est peu sensible au 2,4-D.

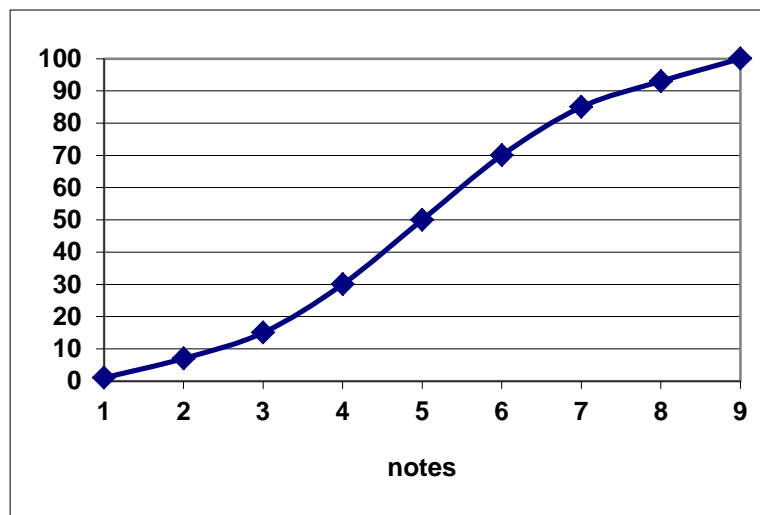
Utilisation

Macroptilium lathyroides est utilisé comme plante fourragère.

Les observations visuelles

Echelle de notation

- ✓ pour le recouvrement des mauvaises herbes ^a,
- ✓ pour l'efficacité des herbicides ^b,
- ✓ pour la sélectivité des herbicides ^c.

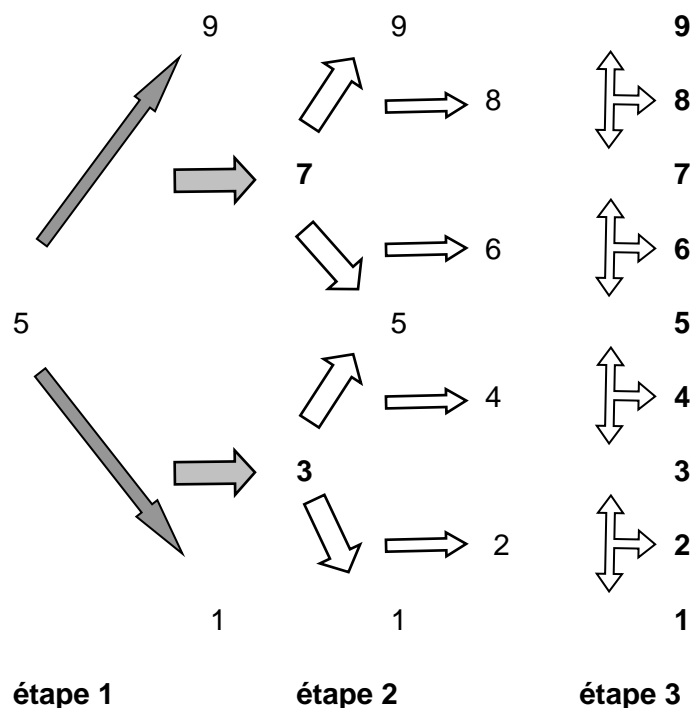


note	p.100	Recouvrement	Efficacité	Sélectivité
1	1	espèce présente, mais rare	aucune efficacité	aucun signe de phytotoxicité
2	7	moins d'un individu par m ²	efficacité très faible	quelques taches, décolorations
3	15	au moins un individu par m ²	efficacité peu marquée	taches nombreuses fortes décolorations
4	30	30 % de recouvrement	efficacité médiocre	30 % de perte par rapport au témoin
5	50	50 % de recouvrement	envahissement diminué de 50 %	50 % de perte par rapport au témoin
36	70	70 % de recouvrement	efficacité modérée	forte phytotoxicité 70 % de perte
7	85	recouvrement fort	efficacité acceptable	très forte phytotoxicité 85 % de perte
8	93	très peu de sol apparent	bonne efficacité	quelques pieds survivent plus de 90 % de perte
9	100	recouvrement total	efficacité parfaite	destruction totale des plantes

^a Le recouvrement est estimé en pourcentage par rapport au sol.

^b L'efficacité est estimée par comparaison du volume des organes aériens des mauvaises herbes sur la parcelle traitée par rapport à celle du témoin adjacent.

^c La sélectivité du traitement est estimée par la comparaison de la phytotoxicité observée sur la plante cultivée de la parcelle traitée par rapport au développement de la culture sur le témoin non traité. La phytotoxicité peut se traduire par des mortalités de pieds, par des taches ou des jaunissements sur les feuilles, ou encore par des ralentissements de croissance.

Démarche de notation en trois étapes

Le choix s'opère pour une alternative à chaque étape :

- | | |
|----------------|---|
| étape 1 | par rapport à la note 5 (= 50%)
est-on à plus de 5 ou à moins de 5 ? |
| étape 2 | 2.1 plus de 5 ; on se situe par rapport à la note 7 (=85%)
est-on à plus de 7 ou à moins de 7 ?

2.2 moins de 5 ; on se situe par rapport à la note 3 (=15%)
est-on à plus de 3 ou à moins de 3 ? |
| étape 3 | 3.1 plus de 7 ; on se situe par rapport à la note 8 (=92%)
est-on à plus de 8 ou à moins de 8 ?
9 ou 8 8 ou 7

3.2 moins de 7 ; on se situe par rapport à la note 6 (=70%)
est-on à plus de 6 ou à moins de 6 ?
7 ou 6 6 ou 5

3.3 plus de 3 ; on se situe par rapport à la note 4 (=30%)
est-on à plus de 4 ou à moins de 4 ?
5 ou 4 4 ou 3

3.4 moins de 3 ; on se situe par rapport à la note 2 (=7%)
est-on à plus de 2 ou à moins de 2 ?
3 ou 2 2 ou 1 |

Les matières actives utilisées actuellement

Matières actives	teneur g/l ou kg	formulation
acétochlore	900	EC
2,4-D amine	720	SL
asulame	400	-
bentazone	480	SL
diuron	800	WG
glyphosate	360	SL
halosulfuron-méthyl	750	WG
hexazinone	750	WG
ioxynil + 2,4-D ester	100 + 600	SL
MCPA	400	SL
métribuzine	480	SC
métribuzine + chlorimuron	643 + 107	WP
MSMA	720	SL
pendiméthaline	400	EC

formulation : EC : concentré émulsionnable ; SC : suspension concentrée ; SL : concentré soluble ; WG : granulé mouillable ; WP : poudre mouillable.

Le mode d'action des herbicides

Classification ⁴⁸ HRAC ⁴⁹

Herbicides actuellement utilisés

Matière active	HRAC	site d'action
2,4-D amine	O	auxine synthétique
acétochlore	K3	inhibition de la division cellulaire
asulame	I	inhibition de la DHP (dihydropteroate) synthase
bentazone	C3	inhibition de la photosynthèse (PS II)
chlorimuron	B	inhibition de l'acétolactate synthase (ALS)
diuron	C2	inhibition de la photosynthèse (PS II)
glyphosate	G	inhibition de la 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate (EPSP) synthase
halosulfuron	B	inhibition de l'acétolactate synthase (ALS)

⁴⁸ <http://www.hracglobal.com/pages/classificationofherbicidesiteofaction.aspx>

⁴⁹ HRAC : Herbicide Resistance Action Committee

Matière active	HRAC	site d'action
héxazinone	C1	inhibition de la photosynthèse (PS II)
MCPA	O	auxine synthétique
métribuzine	C1	inhibition de la photosynthèse (PS II)

Herbicides potentiels

Matière active	HRAC	site d'action
aclonifène	F3	inhibition de la synthèse des caroténoïdes
amicarbazone	C1	inhibition de la photosynthèse (PS II)
isoxaflutole	F2	inhibition de la 4-hydroxyphenyl-pyruvate-dioxygenase (4-HPPD)
diuron	C2	inhibition de la photosynthèse (PS II)
fluométuron	C2	inhibition de la photosynthèse (PS II)
prométryne	C1	inhibition de la photosynthèse (PS II)
métolachlore	K3	inhibition de la division cellulaire
terbutryne	C1	inhibition de la photosynthèse (PS II)
pendiméthaline	K1	inhibition des microtubules
clomazone	F3	inhibition de la synthèse des caroténoïdes
terbuthylazine	C1	inhibition de la photosynthèse (PS II)
bispyribac	B	inhibition de l'acétolactate synthase (ALS)
nicosulfuron	B	inhibition de l'acétolactate synthase (ALS)
dicamba	O	auxine synthétique
penoxulam	B	inhibition de l'acétolactate synthase (ALS)
trifloxysulfuron	B	inhibition de l'acétolactate synthase (ALS)
amétryne	C1	inhibition de la photosynthèse (PS II)
triclopyr	O	auxine synthétique
mésotrione	F2	inhibition de la 4-hydroxyphenyl-pyruvate-dioxygenase (4-HPPD)
sulfentrazone	E	inhibition de la protoporphyrinogen oxidase (PPO)
diméthanamid	K3	inhibition de la division cellulaire

Liste des herbicides potentiels

Produits herbicides autorisés par le CSP du CILSS

Extraction de la liste des produits autorisés ⁵⁰ par le Comité Sahélien des Pesticides du CILSS ⁵¹ (novembre 2014)

En pré-levée (Tableau classé par matière active)

p.c.	firmes	form.	m.a.	m.a.	m.a.	teneur	teneur	teneur	culture
Lagon	Bayer CropScience	SC	aclonifène	isoxaflutole		500	75		maïs
Merlin Combi	Bayer CropScience	SC	aclonifène	isoxaflutole		500	75		maïs
Action	SCPA Sivex	WG	diuron			800			cotonnier
Diuralm	ALM International	WG	diuron			800			cotonnier
Absolut	Arysta Life Science	WG	fluométuron			900			cotonnier
Calilfor	Arysta Life Science	SC	fluométuron	prométryne		250	250		cotonnier
Calilfor G	Arysta Life Science	SC	fluométuron	prométryne	glyphosate	250	250	60	cotonnier
Fluoralm	ALM International	SC	fluométuron	prométryne		250	250		cotonnier
Herbicoton	SCPA Sivex	WG	fluométuron	prométryne		440	440		cotonnier
Codal Gold	Syngenta	EC	métolachlore	prométryne		162,5	250		cotonnier
Cotonet	DTE	EC	métolachlore	terbutryne		333	167		cotonnier
Corignena	Barry Agrochem	EC	métolachlore	terbutryne		333	167		cotonnier

⁵⁰ http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/liste_globale_pesticides_autorises_par_CSP_Nov_2014.pdf

⁵¹ CILSS : Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

p.c.	firmes	form.	m.a.	m.a.	m.a.	teneur	teneur	teneur	culture
Terbutor	Adama Agan	EC	métolachlore	terbutryne		333	167		maïs
Acepronet	DTE	EC	acétochlore	prométryne		250	150		cotonnier
Activus	Adma Agan	EC	pendiméthaline			500			cotonnier, riz
Alligator	SCPA Sivex	EC	pendiméthaline			400			maïs
Pendistar	Savana	EC	pendiméthaline			400			maïs
Pencal	Arysta Life Science	EC	pendiméthaline			500			canne, maïs, cotonnier
Paragon	Arysta Life Science	EC	pendiméthaline			500			canne, maïs, cotonnier
Penditrop	Tropics	EC	pendiméthaline			500			
Stomp	BASF	CS	pendiméthaline			455			riz, maïs, cotonnier
Galaxy	FMC	EC	pendiméthaline	clomazone		300	150		cotonnier, riz
Sniper	Arysta Life Science	EC	pendiméthaline	clomazone		300	150		cotonnier, riz
Camix	Syngenta	SE	S-métolachlore	mésotrione		400	40		maïs
Lumax	Syngenta	SE	S-métolachlore	mésotrione	terbuthylazine	375	37,5	125	canne à sucre, maïs
Primagold	Syngenta	SE	S-métolachlore	mésotrione	terbuthylazine	375	37,5	125	canne à sucre, maïs

form. : formulation

En post-levée (Tableau classé par matière active)

p.c.	firmes	form.	m.a.	m.a.	m.a.	teneur	teneur	teneur	culture
Rubis	Savana	-	bispyribac			100			riz
Akizon	Arysta Life Science	SC	nicosulfuron			40			maïs
Maïa Super	ALM International	SC	nicosulfuron			60			maïs
Nicodaf	Sdagri	SC	nicosulfuron			40			maïs
Nicomaïs	Savana	SC	nicosulfuron			40			maïs

p.c.	firmes	form.	m.a.	m.a.	m.a.	teneur	teneur	teneur	culture
Niconet	Datong	SC	nicosulfuron			40			maïs
Segaibana	Barry Agrochem	SC	nicosulfuron			40			maïs
Herbimais	SCPA Sivex	-	nicosulfuron	dicamba		40	200		maïs
Granite	Dow AgroSciences	SC	penoxulam			240			riz
Rainbow	Dow AgroSciences	EC	penoxulam			25			riz
Cotoforce	SCPA Sivex	WG	prométryne	trifloxysulfuron		790	10		cotonnier
Krismat	Syngenta	WG	amétryne	trifloxysulfuron		731,5	18,5		canne à sucre
Triclon	Arysta Life Science	EC	triclopyr			480			canne à sucre

form. : formulation / EA : émulsion aqueuse ; EC : concentré émulsionnable ; GD : granulé dispersible ; SC : suspension concentrée ; CS : suspension de capsules ; SE : suspo-émulsion ; SC : suspension concentrée ; WG : granulé mouillable ;

NB :

- ✓ Les herbicides utilisés en cultures de riz n'ont pas été retenus car cette culture est très répandue autour du complexe de la CSS et des cas de résistance peuvent déjà s'être révélés : il s'agit du propanil, de l'oxadiazon, de l'oxadiargyl et du bensulfuron.
- ✓ Les produits spécifiquement anti-graminée sont sans intérêt (haloxyfop, clycloxime, cléthodime, etc.), car phytotoxique sur la canne à sucre.

Liste des herbicides homologués sur canne à sucre en France

p.c.	firmes	form.	m.a.	m.a.	teneur	teneur	dose p.c.	dose m.a.	dose m.a.	époque
Mercantor Gold	Syngenta	EC	S-metolachlore		960		2 l/ha	1 920 g/ha		pré-levée
Prowl 400	BASF Agro	SC	pendiméthaline		400		3 l/ha	1 200 g/ha		pré-levée
Merlin	Bayer	WG	isoxaflutole		750		0,133 kg/ha	100 g/ha		pré-levée
Sencoral UD	Bayer	GD	métribuzine		700		1,25 kg/ha	875 g/ha		pré-levée
Camix	Syngenta	SE	S-metolachlore	mésotrione	400	40	3,75 l/ha	1 500 g/ha	150 g/ha	pré-levée
Dicopur	Nufarm	EA	2,4-D		600		2 l/ha	1 200 g/ha		post-levée
Chardol	Nufarm	EA	2,4-D		600		2 l/ha	1 200 g/ha		post-levée
Callisto	Syngenta	SC	mésotrione		100		1,5 l/ha	150 g/ha		post-levée
Starane	Dow AgroSc	EA	fluroxypyr		200		1 l/ha	200 g/ha		post-levée
Banvel 4S	Syngenta	CS	dicamba		480		0,6 l/ha	288 g/ha		post-levée
Elumis	Syngenta	EC	mésotrione	nicosulfuron	75	30	0,75 l/ha x2	56 g/ha x2	23 g/ha x2	post-levée

form. : formulation

Liste des herbicides utilisés sur canne à sucre par ailleurs

p.c.	firmes	form.	m.a.	m.a.	teneur	teneur	dose p.c.	dose m.a.	dose m.a.	époque
Dinamic	Arysta Life Science	WG	amicarbazone		700		1,8 kg/ha	1206 g/ha		pré-levée
Authority	BASF	SC	sulfentrazone		480		1,9 l/ha	912 g/ha		pré-levée
Integrity	BASF	EC	diméthénamid-p	saflufénacil	600	68	1,5 l/ha	900 g/ha	102 g/ha	pré-levée

form. : formulation

Fiche sur le balai chimique

Fiche technique : balai chimique

Les mauvaises herbes vivaces, telles que *Cynodon dactylon* (chiendent), *Cyperus esculentus* ou *rotundus* ou *Echinochloa pyramidalis* ne sont pas suffisamment maîtrisées par les herbicides sélectifs. Il est souvent indispensable de pratiquer des applications des herbicides totaux (tels que le glyphosate) en cours de culture. Malgré toutes les précautions qui peuvent être prises, les pulvérisations avec des produits totaux risquent d'endommager la culture.



Le balai chimique permet d'appliquer le produit sur la végétation ciblée en évitant de toucher la culture et sans risque de dérive.

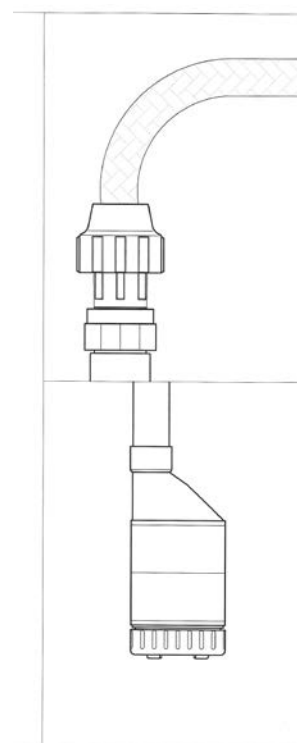
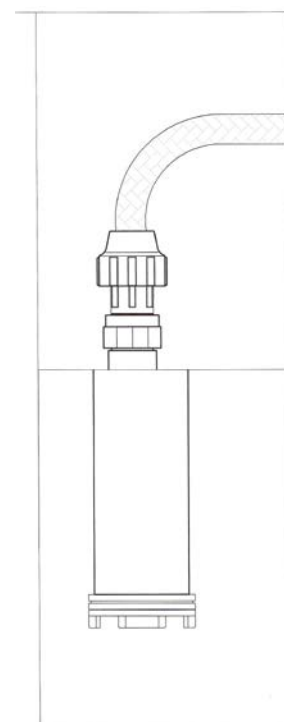
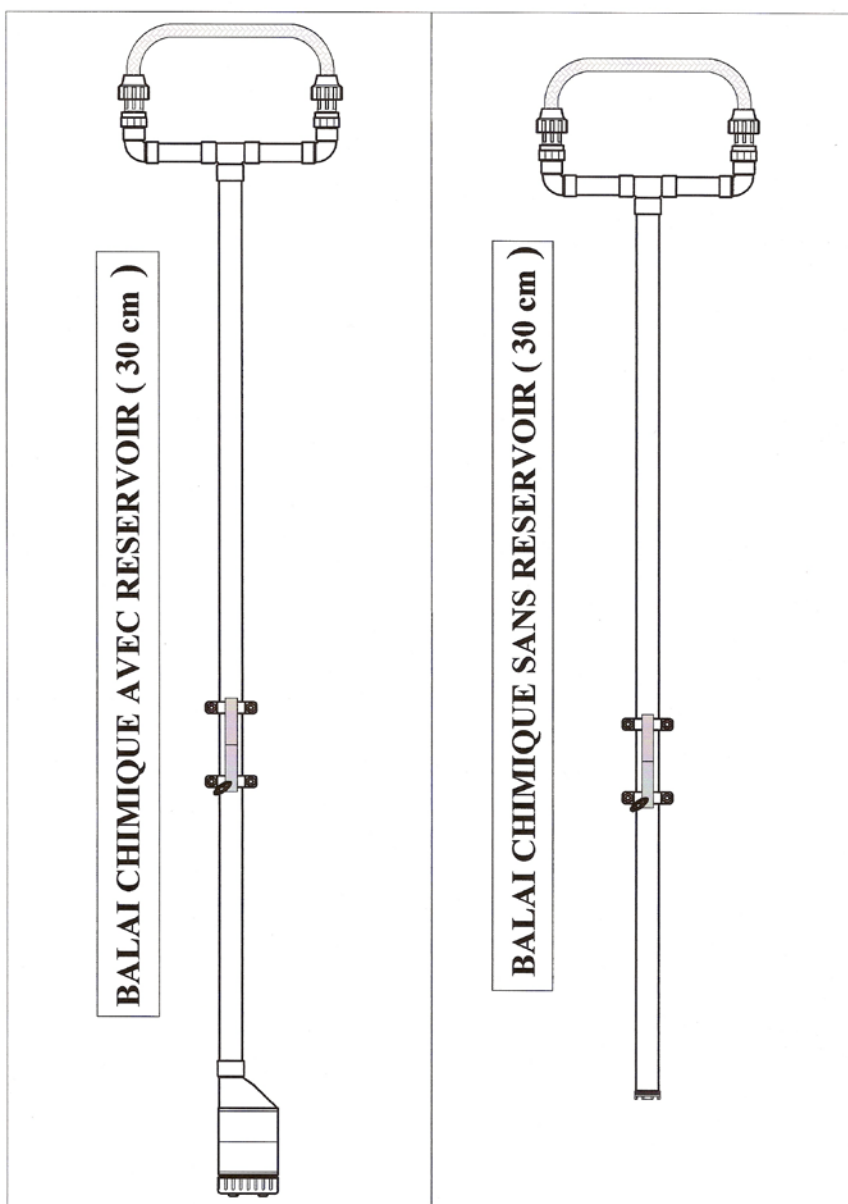
La bouillie est appliquée sur les parties aériennes des plantes grâce à la mèche imbibée : l'alimentation est assurée par la bouillie contenue dans le manche de l'appareil. Le réservoir contient environ un litre de bouillie (avec le réservoir supplémentaire, trois litres)

Pour le glyphosate, préparer une bouillie avec un tiers de produit commercial (à 360 g/l) et deux tiers d'eau.

L'appareil peut être fabriqué facilement au niveau de l'exploitation agricole :

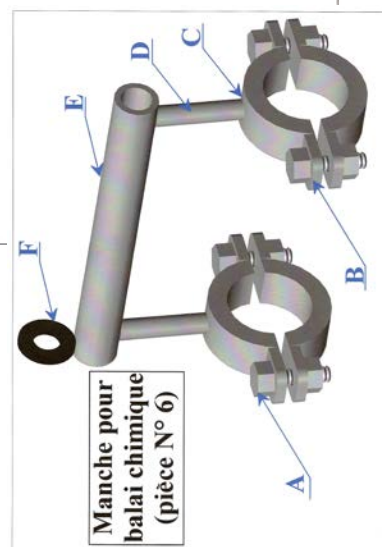
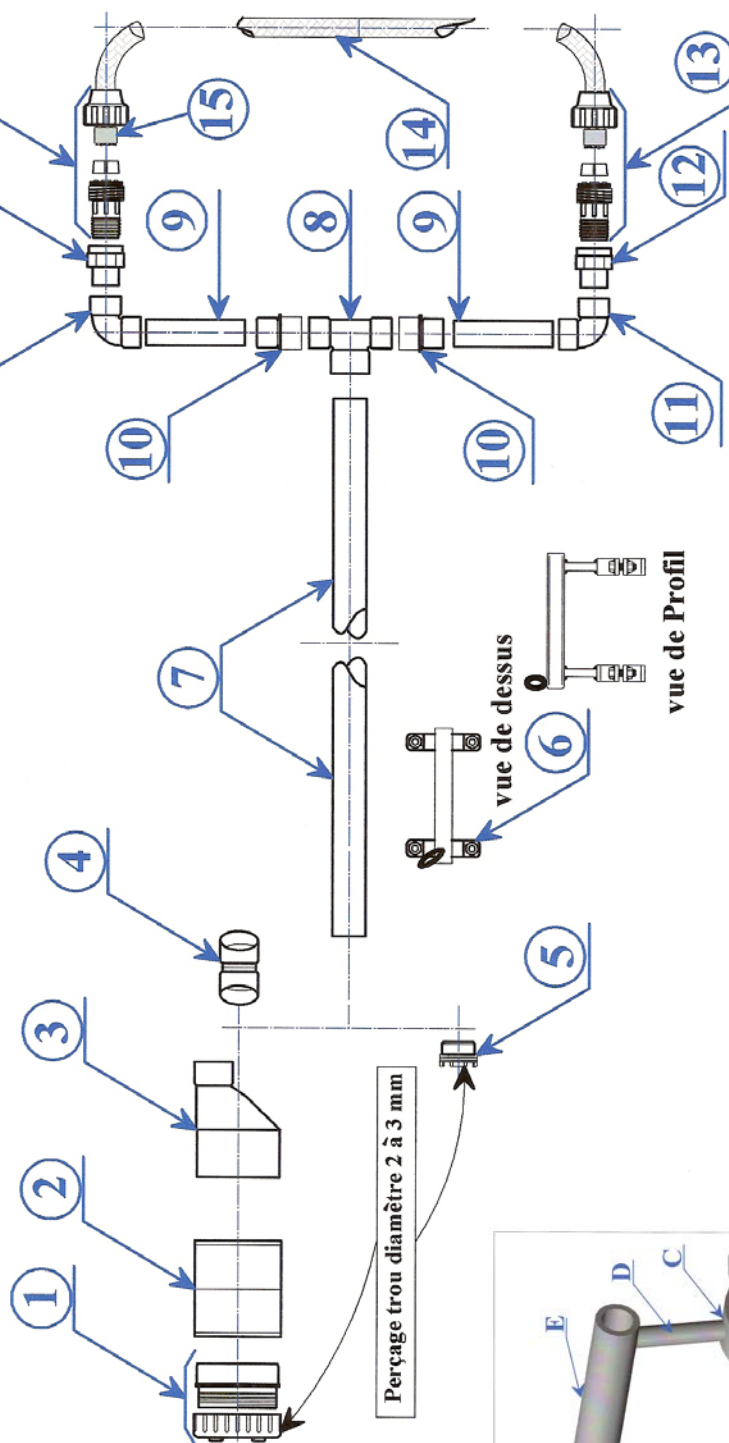
- le schéma de l'appareil est indiqué en page 2 ;
- les composants sont décrits en page 3 ;
- les composants sont détaillés en page 4.





DESIGNATION DES COMPOSANTS DU BALAI CHIMIQUE

(voir liste)



N.B. : Le serrage du dispositif est réalisé au niveau du raccord avec la corde (pièces 12 et 13).

Composants du balai chimique

n°pièce	désignation	quantité
1	bouchon réservoir PVC	1
2	manchon PVC FF D.100 E	1
3	réduction PVC D.100/40 EX	1
4	coude femelle D.40, 45°	1
5	bouchon PVC D.40	1
6	manche	1
7	tube PVC Dia 40 (1)	1 x 160 cm
8	TE PVC FF D.40	1
9	tube PVC Dia 32 (1)	2 x 12 cm
10	réduction PVC D. 40/32 EX	2
11	coude PVC D.32 femelle / femelle 87°3	2
12	embout TAR PVC P D.32 26/34	2
13	raccord MD.25X1" PE PLASTIQUE	2
14	corde polyamide tresse diamètre 23 mm (1)	1 mètre
15	enroulement bande adhésive (étanchéité)	1 rouleau
A	vis HM 8 X 25	4
B	patte de fixation fer plat 20/5 dimension 20/20 + perçage dia 8 mm	8
C	tube galva 40/49 long 20 mm section au centre	long. : 45 mm
D	fer rond plein dia 10 mm (vis dia 10 mm)	long : 2 x 40 mm
E	tube galva 15/21	long : 16.5 cm
F	rondelle ép:3 mm diamètre ext 27mm, int 13mm	1